1847

Letulle



ÉCOLE SPÉCIALE DE PHARMACIE DE PARIS.

UNIVERSITÉ DE FRANCE. ACADÉMIE DE PARIS.

RECHERCHES SUR LES FALSIFICATIONS DES FARINES ET DU PAIN, MOYENS DE LES RECONNAITRE.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE DE PHARMACIE,

LE 16 NOVEMBRE 1847,

PAR E. LETULLE,

DE VILLERS-BOCAGE, DÉPARTEMENT DU CALVADOS,

Pharmacien ex-interne des hôpitaux et hospices civils de Paris, essayeur du commerce, (reçu par la commission des monnaies de Paris).





PARIS,

BOUCHARD-HUZARD... FOUSSIELGUE, IMPRIMEUR DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE,

RUE DU CROISSANT-MONTMARTRE, 12.

1847

PROFESSEURS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE.

MM. Orfila.
Duméril

ECOLE SPÉCIALE DE PHARMACIE.

ADMINISTRATEURS.

MM. Bussy, Directeur.
Guibourt, Secrétaire, Agent comptable.
Soubeiran, Professeur titulaire.

PROFESSEURS.

MM. Bussy.	Chimie
Gaultier de Claubry.	
Lecanu.	Pharmacie.
Chevallier.	
Guibourt.	Histoire naturelle
Guilbert.	
Guiart.	Botanique.
Caventou.	Toxicologie.
Soubeiran.	Physique.

AGRÉGÉS.

MM. Chatin.
Grassi.
Lhermitte.
Loir.
Ducom.

Nota. *L'Ecole ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

AUX MANES DE MON PÈRE.

Regrets éternels.

A MA MÈRE.

Sentiments d'Amour filial et de Reconnaissance.

A MES ONCLES ET A MES TANTES.

Témoignage d'Affection.

E. LETULLE.

Je remercie mes chefs de service, MM. Chomel, professeur de clinique à la Faculté de médecine, etc. ; Bouchardat, docteur-médecin, pharmacien en chef à l'Hôtel-Dieu, etc. ; Barthe, agrégé à la Faculté de médecine, etc. ; Delpech, docteur-médecin, chef de clinique, etc., de leurs bontés pour moi.

E. LETULLE.

A MON PARENT M. THOMINE DESMASURES,

AVOCAT A LA COUR ROYALE DE CAEN, ANCIEN BATONNIER, ETC.

Hommage d'Affection et de ma vive Reconnaissance.

A MES COUSINS,

MONSIEUR DENOYERS,

MONSIEUR HAMEL,

DOCTEUR-MÉDECIN, MEMBRE DE L'ACADÉMIE ET DE LA LÉGION D'HONNEUR,

Souvenir de leur Bienveillance.

A MONSIEUR QUEVENNE,

PHARMACIEN EN CHEF A L'HOPITAL DE LA CHARITÉ, ETC.

Témoignage d'Amitié et de ma sincère Gratitude.

A MONSIEUR LERENARD,

PHARMACIEN, BIBLIOTHÉCAIRE ET PRÉPARATEUR DES COURS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE AU COLLÉGE ROYAL DE CAEN.

Gage d'Amitié.

E. LETULLE.

RECHERCHES

SUR

LES FALSIFICATIONS DES FARINES ET DU PAIN,

MOYENS DE LES RECONNAITRE.

L'étude des moyens à employer pour reconnaître les sophistications que l'on fait subir aux farines telle que celle de blé, soit que par suite de leur mauvaise qualité on veuille qu'elles deviennent facilement panifiables ou qu'à dessein on leur fasse subir des mélanges avec des farines d'un prix inférieur, et principalement de la fécule, et assez souvent du maïs, étant une de ces questions qui intéressent particulièrement la masse des populations, dont elle est la principale subsistance, j'ai cru utile de diriger mes recherches sur ce sujet en m'aidant du microscope, sans négliger les procédés chimiques, et de passer en revue les travaux faits jusqu'à ce jour sur ce sujet.

Quoique la loi qui a réglé les peines applicables à ceux qui se livrent à ce genre de fraude ne date guère que de 1829, l'on peut présumer qu'elle a été exercée sur une plus ou moins grande échelle dans des temps comme celui-ci, où les céréales étaient à un prix encore plus élevé.

Par ces falsifications on diminue dans le pain la quantité d'un principe éminemment azoté et nutritif; le gluten, substance qui est molle, élastique, susceptible d'extension, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, soluble dans quelques acides comme l'acide acétique, se trouve dans le grain de blé, dans la proportion de trente à trente-cinq pour cent, et est analogue à la viande des animaux; car

il est formé : 1° d'une matière grasse ; 2° d'une autre analogue à la fibrine ; 3° d'une matière analogue au caséum du lait, et une matière glutineuse, la glutine ; il y a en outre soixante à soixante-cinq po [illegible] ne, matière du blanc d'œuf, du sucre et des sels. Dans aucune des céréales qu'on emploie pour frelater la farine de blé on ne le trouve en aussi grande quantité. Le pain, résultat de la panification, n'est qu'une pâte boursouflée par l'acide carbonique, qui se produit en mettant la pâte en contact avec de la levure de bière ou du vieux levain qui, agissant comme ferment, décompose le sucre en acide carbonique et alcool, qui passe bientôt à l'état d'acide acétique ; l'on peut donc développer cet acide carbonique sans faire intervenir aucune matière étrangère.

La première falsification que l'on ait fait subir au pain, et qui a fixé l'attention des magistrats, a eu lieu en Belgique ; c'était l'addition d'une petite quantité de sulfate de cuivre ; elle se faisait pour les farines altérées auxquelles elle rendait la propriété de mieux lever et de former un pain léger comme celui préparé avec la farine de bonne qualité.

Messieurs Chevalier, Gaulthier de Claubry, Barruel et Boutron Charlard constatèrent par des moyens chimiques cette coupable falsification, que les lois ne peuvent punir trop sévèrement, et qui fut conseillée et pratiquée en France sur les indications données par des garçons boulangers belges.

Moyens de déceler la présence du Cuivre dans le Pain.

S'il y avait un sel de cuivre en assez grande quantité, il suffirait de le toucher avec une solution de cyanure de fer et de potassium, et alors il prendrait une teinte rosée.

Ou en faisant une pâte molle d'une quantité donnée de pain, soit 100 grammes, et traitant par l'acide sulfurique de manière à rendre la liqueur fortement acide, et y plongeant une lame de fer, qui au bout de plus ou moins de temps se couvrira d'une couche plus ou

moins visible de cuivre, suivant que la quantité de sel introduite dans le pain sera plus considérable.

Mais le sel de cuivre, qui jouit de cette propriété de rétablir le gluten dans les farines qui ont été exposées à l'humidité, y est souvent en si petite quantité qu'il faut alors incinérer dans un creuset et traiter le charbon et les cendres dans une capsule de porcelaine par l'acide azotique pur et l'eau régale; faire évaporer pour chasser l'excès d'acide azotique; traiter par l'eau distillée, puis filtrer; le cuivre, qui était à l'état d'oxide, est alors passé à celui d'azotate soluble. Si l'on y verse de l'ammoniaque il apparaîtra une teinte bleue, l'acide sulfhydrique ou le sulfhydrate d'ammoniaque déterminera un précipité de sulfure de cuivre noir, et le cyanure ferroso-potassique un précipité de cyanure de cuivre, qui affecte la couleur marron; décomposant le cyanure de fer et essayant avec la lame de fer, le cuivre s'y déposera. Toutefois, dans le cas où l'on trouverait du cuivre, à moins qu'il ne soit en très grande quantité, l'on ne pourrait se prononcer. En effet il y a des blés qui contiennent du cuivre; il faudra alors déterminer la proportion trouvée pour savoir si elle dépasse les quantités qui ont été signalées comme pouvant se trouver dans le blé. Pour dissimuler la mauvaise qualité du pain provenant de ces farines altérées on s'est encore servi d'alun, de carbonates alcalins, tel que le carbonate d'ammoniaque, de magnésie, et même du sulfate de zinc; ces fraudes étant abandonnées, ainsi que celle du sulfate de cuivre, je ne fais que les signaler.

L'on a encore falsifié le pain en y ajoutant de la craie ou du sulfate de chaux; pour la craie, il est facile de la reconnaître en traitant le pain par l'eau acidulée avec l'acide chlorhydrique; on filtre après que l'effervescence plus ou moins abondante qui se produit a cessé; l'on obtient un précipité avec l'oxalate d'ammoniaque, que l'on peut décomposer en le calcinant et déterminer les propriétés de l'oxide de calcium et la quantité. La farine et le pain pur ne font pas ainsi effervescence, et la dissolution que l'on obtient filtrée ne donne qu'un léger trouble si on la traite de la même manière; et,

ainsi que l'a annoncé M. Mareska (1), le pain qui contient de la craie présente, lorsqu'on le coupe, de petits points résultant de l'agglomération de petites quantités de carbonate calcaire. Quand le pain est frelaté avec du sulfate de chaux ou gypse, il ne se produit pas d'effervescence par l'eau acidulée ; toutefois la liqueur présente tous les caractères des sels calcaires, et en outre précipite par le chlorure barytique ; calciné avec du charbon, le résidu que l'on obtient traité par un acide donne lieu à un dégagement d'hydrogène sulfuré.

Ces moyens de sophistication sont remplacés par d'autres qui sont, à vrai dire, moins funestes pour la santé, mais sont cependant répréhensibles ; toute espèce d'addition devant être sévèrement prohibée.

Les adultérations que l'on fait subir au pain et aux farines se font, soit avec la fécule de pommes de terre, des farines de graminées, le maïs, le riz, l'orge, l'avoine, le seigle, de légumineuses, féveroles, vesces, pois, haricots, fèves, lentilles ; de polygames, le sarrasin ; l'on a aussi falsifié la farine et le pain de seigle au moyen de farine de graine de lin.

Falsification du pain et de la farine de froment par la fécule de pommes de terre.

Les caractères que doit présenter une bonne farine sont les suivants : blanc jaunâtre, douce au toucher, sèche et pesante, s'attache aux doigts, comprimée dans la main elle reste en pelotte, elle est inodore ; il s'y trouve bien une petite quantité de son, mais il y est à un état de poudre si tenue qu'il n'est pas perceptible à la vue. La farine de blé a aussi une certaine onctuosité qui ne se trouve pas dans celles de maïs, riz, sarrasin, féveroles, pois, haricots, qui sont rudes au toucher, et par conséquent diminuent d'autant plus cette onctuosité qu'elles y entrent en plus grande proportion ; quelques-unes d'entre elles s'y mélangent même assez difficilement pour qu'au simple aspect on ne découvre pas la fraude. Les farines de moyenne

(1) *Journal de Pharmacie*, t. XII, p. 99.

qualité ont un œil moins vif, contiennent généralement plus de son, ne forment pas une pelotte quand on les comprime dans la main, à moins qu'elles ne proviennent de blés humides. Les farines altérées ont une odeur et un aspect tout différents; assez souvent elles sont aigres, ou ont subi la fermentation putride, et alors sont infectes et ont une couleur d'un blanc terne ou rougeâtre, avec un goût âcre et piquant plus ou moins prononcé.

Les points plus ou moins brillants que présente une farine examinée à l'œil nu ou à la loupe ne peuvent guider sur sa qualité, car une farine à l'état de pureté présente très souvent de ces points brillants dus à l'amidon qui existe dans le blé, aussi ne peut-on en conclure qu'elle a été additionnée de fécule. M. Chevalier, dans un travail sur les farines mélangées de fécule, a aussi fait voir que la farine pure présentait, lorsqu'on l'examinait à la loupe, des points brillants dus à l'amidon qui existe dans le blé; toutefois, comme lui j'ai reconnu que la farine féculée présente une plus grande quantité de points brillants; néanmoins on ne pourrait se prononcer d'après de pareils indices.

Si l'on voulait se baser sur la quantité de gluten que contient une farine, il faudrait être très circonspect, car elles en contiennent plus ou moins suivant leur provenance. Vauquelin a démontré que les farines de blé d'Odessa donnent une bien plus grande quantité de gluten, qu'il a estimée à 14/55 pour cent, tandis que les farines ordinaires de nos départements en donnent 9 à 10 : les farines d'Odessa et du midi mélangées de fécule pourraient donc encore donner une quantité de gluten qui les ferait supposer sans mélange.

Mécaniquement il est facile de déterminer cette quantité de gluten contenue dans une farine : on en prend une quantité donnée que l'on délaye avec de l'eau pour en faire une pâte, que l'on malaxe dans les mains jusqu'à ce qu'elle en sorte claire, ce qui indique qu'il ne reste plus d'amidon. Le poids de la masse restante donne la quantité de gluten, dont l'élasticité et la blancheur dénote la qualité; on pourra s'en assurer en le mettant dans un cylindre et l'exposant à la

chaleur d'un four; il augmentera d'autant plus de volume qu'il aura plus de l'élasticité qui caractérise un bon gluten. Si l'on avait à déterminer la quantité de gluten contenue dans un pain, on en prendrait une certaine quantité en poids, et on la traiterait par l'acide sulfurique affaibli à l'aide d'une douce chaleur ; la fécule serait transformée en sucre de raisin et le gluten resterait pour résidu. Malgré l'inconvénient qui résulte de la plus ou moins grande quantité de gluten dans les farines selon leurs provenances, le plus ou moins de rendement de ces farines en gluten indiquera la qualité suivant qu'il représente bien les propriétés qui lui sont propres, et l'on peut regarder comme étant de bonne qualité une farine qui donne cent cinquante grammes de gluten pour cinq cent grammes.

Il y a quelques années MM. Robine et Parisot ont donné un procédé pour déterminer cette quantité de gluten d'une manière plus précise; il est fondé sur la propriété qu'a l'acide acétique de dissoudre tout le gluten et la matière albumineuse sans toucher à la matière amylacée ; la densité de l'acide augmentant si l'on plonge un instrument gradué, comme un aréomètre divisé de telle manière que chaque degré représente un pain d'un poids donné, et une quantité de farine en représentant un sac, l'instrument s'enfoncera d'autant moins dans la liqueur provenant de l'action de l'acide acétique sur la farine qu'elle sera d'un bon rendement, et que le gluten sera de bonne nature, ce que l'on pourra reconnaître en saturant l'acide par un sel alcalin, le carbonate de soude, alors le gluten viendra nager à la surface, et, le lavant à l'eau froide, il se présentera avec ses caractères primitifs, et, d'après Beccaria, il est analogue au gluten qu'on extrait en malaxant la farine sous un filet d'eau. Ce procédé d'opérer, qui peut paraître rigoureux, est néanmoins susceptible d'induire en erreur et peu employé.

Si l'on voulait statuer sur la plus ou moins grande quantité d'eau absorbée par la farine en la convertissant en pâte, l'on serait induit en erreur; en effet, que le temps ait été sec ou pluvieux au moment qu'on a récolté le blé, la nature du sol et la plus ou moins grande

ténuité de la farine, les quantités d'eau absorbées par la farine sont différentes. L'on a proposé de se baser sur la densité de la farine; ainsi un vase contenant un kilogramme de farine contiendrait, d'après M. Debuc, un kilogramme et demi de fécule : pour pouvoir se prononcer, d'après les résultats de cette expérience, il faudrait que le tassement dans les vases pût être toujours le même, ce qui ne peut exister constamment.

L'on avait indiqué la saveur et l'odeur des émanations dégagées par les acides hydrochlorique et sulfurique; ainsi que M. Chevalier, j'ai trouvé que ces caractères étaient difficiles à saisir; mais j'ai remarqué que la farine pure prenait par son contact avec l'acide sulfurique du commerce une couleur rouge cramoisi très vive, et la farine féculée une couleur beaucoup plus pâle.

Si l'on traite comparativement une farine féculée au dixième, et une farine pure par l'eau iodée, dans les deux cas on obtient une coloration violette qui, sous l'influence de l'ammoniaque, disparaît constamment; mais la farine féculée se décolore moins vite, et conserve pendant quelque temps une couleur grise qui finit par disparaître.

Une autre procédé avec l'eau iodée a été indiqué par M. Chevalier; il consiste à prendre une quantité de farine donnée, seize grammes, et à triturer fortement pendant cinq minutes dans un mortier avec seize grammes de grès en poudre, et à ajouter 1/16 de litre d'eau pour obtenir une pâte que l'on délaie dans l'eau; on filtrera pour obtenir une eau limpide, dont on prend 1/32 de litre que l'on met dans un verre à expérience, et auquel on ajoute 1/32 de litre d'eau iodée préparée à l'instant même (1), on agite et on laisse déposer, l'eau provenant du traitement de la farine pure et colorée en

(1) M. Chevalier la prépare en mettant sur huit grammes d'iode un litre d'eau ordinaire, cette quantité peut servir à préparer plus de cinquante litres d'eau; alors quand on s'est servi de l'eau iodée on jette le reste du liquide, on laisse l'iode dans le fond du flacon et on y remet de l'eau qu'en on veut opérer de nouveau.

rose tirant sur le rouge, et cette coloration disparaît vite, tandis que la farine féculée a une couleur qui tire sur le violet et disparaît bien plus lentement. En suivant plus longtemps l'opération, la coloration qu'a prise l'eau provenant de la farine commence à blanchir par le bas du vase, et la coloration disparaît totalement au bout de quelques minutes; pour la farine féculée le même effet se produit, mais la disparition est bien moins prompte, et la couleur violette se conserve longtemps à la surface du liquide, ce qui fait l'effet de deux liquides différemment colorés, l'un en blanc l'autre en violet.

Avec ce procédé, qui a l'inconvénient d'exiger un peu de temps, son auteur en a proposé un autre plus compliqué; mais qui m'a paru plus sûr dans ses résultats. Ce procédé consiste à prendre dix grammes de la farine suspecte, quatre grammes de bicarbonate de soude, et à délayer le tout exactement mélangé dans 1/16 de litre d'eau, et à mettre dans un verre à pied; l'on ajoute deux ou trois cuillerées de vinaigre affaibli avec deux cuillerées d'eau que l'on verse par petites portions dans le mélange de farine et de bicarbonate; il y a effervescence, et il s'élève une écume formée de gluten et d'une partie de farine; l'on cesse alors d'ajouter du vinaigre quand il ne se produit plus d'effervescence ni de bouillonnement; quand l'écume s'est bien formée par le repos on l'enlève, et on ajoute 1/32 de litre d'eau iodée, on agite et on ajoute une petite quantité d'alcool: si la farine est pure la coloration rosée disparaît en peu de temps, et si la farine est féculée le précipité se divise en deux parties, l'amidon de froment plus léger occupe la partie supérieure du vase et se décolore, tandis que la fécule teinte en bleu occupe le fond du vase et conserve sa couleur.

M. Rodriguez a indiqué un procédé basé sur les résultats de la décomposition de la farine pure à l'aide de la chaleur dans une cornue: recevant les produits qui se dégagent dans un vase contenant de l'eau, l'on obtient toujours un produit complétement neutre, si la farine est pure; il en est de même pour la farine de seigle, ce qui n'a pas lieu avec les farines de riz, maïs et la fécule, qui don-

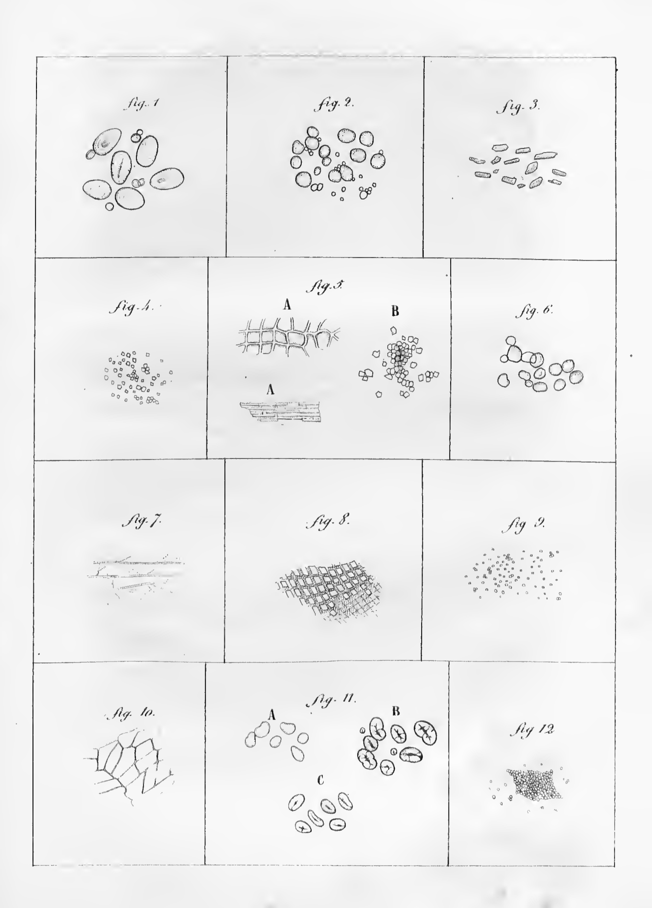
nent des produits acides, et leur mélange avec la farine de froment donne les mêmes résultats que si l'on agit sur chacune d'elles en particulier ; ainsi l'auteur a reconnu que parties égales de froment et de fécule de pommes de terre fournissaient un produit dont l'acidité était exactement la même que si l'on eût distillé la fécule seule; et le liquide obtenu de ces diverses opérations, saturé par des solutions équivalentes de carbonate de potasse, peut faire connaître à quelque chose près dans quelles proportions est fait le mélange. Ainsi cent parties de fécule de pommes de terre ont donné un produit acide qui exige pour sa saturation en carbonate de potasse trente-huit, et le produit obtenu avec cinquante grammes de farine de froment et cinquante grammes de fécule a exigé dix-neuf grammes de carbonate de potasse pour sa saturation.

M. Boland a indiqué un procédé qui lui a valu une médaille d'or de la Société d'encouragement, et qui est fondé sur cette propriété signalée par M. Gay-Lussac, que par la trituration dans un mortier d'agate les grains de fécule, étant plus volumineux que ceux de blé, sont plus facilement attaqués ; traitant par l'eau froide la liqueur filtrée est colorée en bleu par la teinture d'iode. La fécule de froment ne donne rien de semblable. M. Boland préfère séparer le gluten de la farine par les procédés connus et laisser déposer pendant une heure dans un vase conique ; les grains de fécule enlevés à la pâte par le lavage étant les plus lourds se précipitent les premiers. Au moyen d'un siphon on enlèvera l'eau qui recouvre le précipité, l'on a un résidu dont la couche supérieure renferme du gluten divisé et une couche inférieure formée par l'amidon ; on enlève la première couche, et au bout de douze heures on peut enlever le cône d'amidon sans le briser. Si la farine essayée était pure la masse est parfaitement homogène, si elle contenait de la fécule le sommet du cône en est presque entièrement formé, ce qui se reconnaît à l'aspect brillant qu'elle présente. Si l'on prend un gramme de la partie supérieure du sommet du cône et qu'on le triture avec de l'eau dans un mortier d'agate, que l'on filtre la liqueur, elle se colore immé-

diatement en bleu violacé par le contact de l'iode; la coloration ne disparaît qu'après vingt-quatre heures si l'on agit sur de la féeule; tandis que si l'on opère sur de l'amidon de froment on n'obtient qu'une légère teinte violette qui disparaît aussitôt. En traitant un autre gramme de la même manière, s'il y a encore coloration, et que l'on ait soumis, par exemple, vingt grammes de farine à l'expérimentation, elle en contiendra alors dix pour cent, ce qui permet de déterminer approximativement la quantité de fécule. Toutefois, ainsi que l'a annoncé M. Bussy, dans un rapport fait à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, le 16 juin dernier, cette opération peut présenter des résulats différents suivant que le manipulateur triture plus ou moins fort, que les aspérités du mortier sont plus ou moins grandes, que l'on a plus ou moins prolongé l'opération, et il peut arriver que l'on atteigne les grains d'amidon comme il peut se faire que la fécule ne soit pas écrasée.

M. Mayet à indiqué (1) un mode d'essai qui est basé sur la consistance que donne une solution de potasse (à la chaux), à l'amidon et à la fécule, et qui est beaucoup plus grande pour la fécule; l'on opère en prenant une quantité donnée de la farine suspecte, soit cent grammes, on en sépare le gluten par les procédés connus; on décante pour se débarrasser des parties de gluten qui ont put être entraînées. L'amidon qui est délayé dans l'eau se dépose, et s'il contient de la fécule elle sera à la partie inférieure; si en prenant dix grammes de ce dépôt que l'on a laissé égoutter sur un filtre, délayant dans dix grammes d'eau et agissant comparativement sur dix grammes d'amidon pur, après les avoir introduit chacun dans une fiole dont le goulot soit de même dimension, on ajoute dix grammes de solution alcaline au quart, avec l'amidon pur, au bout de cinq minutes le mélange est épais, opaque, mais s'écoule néanmoins facilement du goulot de la bouteille. La farine féculée au dixième n'est pas complétement gélatineuse; mais la différence est visible comparée à l'amidon pur et ne peut couler du goulot qui la contient : cette diffé-

(1) *Journal de Pharmacie*, t. XI, p. 85.


fig. 1
fig. 2.
fig. 3.
fig. 4.
fig. 5.
A
B
A
fig. 6.
fig. 7.
fig. 8.
fig. 9.
fig. 10.
fig. 11.
A
B
C
fig 12

rence se maintient pendant plus de vingt minutes, ensuite chaque mélange prend une consistance à peu près semblable.

M. Donny reconnaît la fraude au moyen du microscope (1), car on sait que les grains de fécule ont un diamètre plus considérable que ceux de l'amidon de blé (V. *fig.* 1), diamètre qui est de 140 millièmes de millimètre, et que M. Payen a indiqué pouvoir aller jusqu'à 180 et 185; tandis que celui d'amidon de blé n'a que 50 millièmes, différence qui ne serait pas encore assez grande pour pouvoir distinguer facilement la fécule de l'amidon dans la farine de blé si le mélange avait été bien fait (V. *fig.* 2.); aussi M. Donny a mis à profit une observation faite par M. Payen, qui a reconnu dans les grains de fécule une propriété remarquable. En effet, traités par une dissolution de potasse ou de soude ils se distendent comme des éponges et acquièrent des diamètres cinquante fois plus considérables, conservant d'ailleurs toutes leurs propriétés; dans cette réaction il se produit une véritable combinaison de l'amidon avec l'alcali, et où l'amidon rempli le même rôle qu'un acide dans les combinaisons salines, cela sans être altéré dans sa constitution intime; car quand l'on a ainsi formé avec le grain de fécule une combinaison avec l'alcali il est facile de la détruire en la reprenant par d'autres bases, sans qu'il éprouve aucune modification dans son organisation ni aucune de ses réactions: avec une dissolution aqueuse d'iode, les grains d'amidon gonflés par les alcalis y prennent la même teinte bleue qui les caractérisent, et qui serait naturellement modifiée s'ils avaient éprouvés quelque modification dans leur constitution chimique.

Le mode d'opérer de M. Donny consiste à placer sur une lame de verre une certaine quantité de la farine suspecte, et à la délayer avec une dissolution de potasse faite dans les proportions de 1 gramme 75 centigrammes pour cent d'eau distillée. Une solution contenant deux pour cent est également dans des conditions très favorables; en soumettant à l'inspection microscopique, l'on voit les grains de

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie national*, juin 1847, page 291. Rapport de M. Bussy sur les travaux de M. Donny.

la farine de froment qui n'ont éprouvé que peu ou point de changement, tandis que les grains de fécule ont pris un diamètre beaucoup plus considérable.

Si l'on veut rendre le phénomène plus sensible, il suffit après avoir desséché le mélange précédent, d'y ajouter de l'eau iodée, qui communique à la fécule cette belle couleur bleue caractéristique qui permet d'en apprécier plus facilement les contours ; les grains de fécule acquièrent ainsi un diamètre quinze fois plus grand que ceux d'amidon. L'expérience m'a démontré que l'on peut également bien colorer la fécule en bleu au moyen de la teinture d'iode sans dessécher le mélange, et alors il devient vraiment impossible de se tromper.

Le pain qui contient de la fécule, dix pour cent par exemple, diffère un peu du pain préparé avec la farine de froment pur ; il est aussi blanc, mais son goût est légèrement différent ; il a un aspect plus mat, qui ressemble à celui d'un pain dont la pâte n'a pas été bien levée ; il n'a pas les yeux aussi distendus que ceux du pain sans mélange.

L'on reconnaît également bien la fécule dans le pain qui en contient que dans la farine elle-même.

Il suffit, ainsi que l'indique M. Donny, de prendre une certaine quantité, soit un gramme de la mie du pain suspect, de l'humecter de la dissolution de potasse, et de l'en pénétrer intimement ; puis, à l'aide d'une légère pression, de faire écouler une portion du liquide qu'on place sur le porte-objet ; l'examen immédiat y fait découvrir les grains de fécule en raison du volume considérable qu'ils ont pris. Cependant les grains de fécule et d'amidon sont plus difficiles à reconnaître, et exigent une attention plus soutenue à cause de la déformation plus ou moins grande qu'ils ont éprouvés par la cuisson. Mais si l'on fait dessécher et qu'on emploie l'iode, les phénomènes se reproduisent avec la même netteté que s'il s'agissait de la farine. Toutefois je dirai que j'ai mieux réussi et plus promptement en prenant la partie gonflée du pain et la plus transparente ; soumettant

à l'inspection du microscope, les grains d'amidon apparaissent distinctement plus ou moins déformés ; les uns ayant l'aspect d'un boyau, d'autres ayant conservé leur état normal, et ajoutant immédiatement de l'eau iodée sans faire dessécher, ils se présentent avec cette belle couleur bleue distinctive. J'ai toujours réussi en procédant de cette manière à reconnaître facilement et en peu de temps la fécule dans le pain qui en contenait.

M. Chevalier a aussi indiqué deux modes d'essai pour reconnaître si le pain est fait avec de la farine féculée, soit qu'elle s'y trouve à l'état sec ou à celui d'hydrate.

Le premier mode d'essai consiste à prendre trois verres à expérience, dans chacun d'eux l'on place un morceau cubique de la mie de pain à essayer, soit cinq grammes, l'on verse pardessus 1/32e de litre d'eau iodée, si le pain contient de la fécule hydratée la liqueur se colore en rouge cramoisi, coloration qui augmente de plus en plus et est d'autant plus intense que la quantité de fécule ajoutée au pain est plus considérable ; toutefois, si le pain est pur, il n'y a d'abord aucune coloration ; mais au bout d'un quart d'heure il se forme dans la liqueur des stries qui se dirigent de haut en bas, et au bout d'une demi-heure la liqueur se trouve colorée en bleu clair, et la coloration augmente ensuite de plus en plus en prenant une couleur lilas, ensuite violette. Dans l'autre procédé, on prend cinq grammes de pain que l'on divise et triture dans un mortier avec cinq grammes de grès, on ajoute un décilitre d'eau, et on forme d'abord une bouillie que l'on triture quelques minutes, on délaie dans le reste de l'eau, on laisse déposer, puis on filtre, et l'on prend 1/32e de litre de cette liqueur à laquelle on ajoute 1/32e de litre d'eau iodée préparée à l'instant même ; si le pain sur lequel on opère est seulement formé de farine de froment, la liqueur prend une couleur rougeâtre qui disparaît en huit à dix minutes ; si l'on opère sur du pain contenant de la fécule hydratée, la liqueur se colore en bleu plus ou moins foncé suivant la quantité de fécule qui s'y trouve, et cette coloration ne disparaît qu'après vingt ou quarante minutes.

Si l'on agit sur du pain préparé avec de la farine de froment et de la fécule sèche, il se produit une coloration bleue tirant sur le violet et qui disparaît en dix ou douze minutes.

Sophistication de la farine de froment par celles d'autres graminées, le riz, maïs, orge, avoine, seigle.

La farine de riz n'est que rarement, et seulement dans des circonstances exceptionnelles, ajoutée à la farine de froment, tandis que la farine de maïs peut-être fréquemment employée pour cet usage. M. Donny distingue les farines de riz et maïs, en ce que, vues au microscope, elles présentent des fragments anguleux qui ne se trouvent pas dans la farine de froment (V. *fig.* 3), fragments qui proviennent de la partie extérieure du périsperme, qui est dur et corné dans le riz et le maïs, et est toujours farineux et pulvérulent dans les blés les plus durs. Pour essayer une farine suspecte, M. Donny conseille d'en séparer d'abord le gluten par les procédés mécaniques ordinaires, de recueillir l'amidon, et de soumettre celui-ci (la partie la plus grossière surtout, celle qui se précipite plus promptements dans l'eau); l'inspection microscopique fait découvrir ces fragment anguleux. En procédant ainsi il faut se servir d'un grossissement très faible, qui permet de saisir plus facilement ces fragments d'avec les grains d'amidon qui les entourent.

Outre les caractères qu'indique M. Donny, la farine de riz, mise en contact avec une solution de potasse à deux pour cent, ou avec de l'eau, et soumise à l'inspection microscopique, se distingue par le diamètre de ses grains de fécule, qui est de 1/200 de millimètre à un 1/500 (V. *fig.* 4); se présentant plus particulièrement par groupes, l'on en voit quelques-uns détachés.

Pour la farine de maïs (1), j'ai trouvé un caractère qui peut ser-

(1) Au moment où l'on termine l'impression de ma thèse (15 novembre), je lis dans le numéro du *Répertoire de pharmacie* qui vient de paraître, que M. Filhol, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Toulouse, a, de son côté, ob-

vir à la faire distinguer du froment. C'est une coloration jaune verdâtre claire, qui lui est communiquée par son contact avec une solution de potasse à douze ou quatorze pour cent d'eau distillée. Il faut, pour produire cette coloration, mettre la farine avec une petite quantité de la solution de potasse dans une capsule, et en plaçant sur une lame de verre une des parties les plus translucides, s'il y a du maïs, la farine contracte en s'hydratant une teinte que l'on distingue déjà très bien à l'œil nu; mais, l'exposant au microscope, on aperçoit un nombre plus ou moins grand de cellules d'un beau jaune verdâtre clair qui peuvent affecter deux formes différentes. J'ai ainsi reconnu du maïs mélangé à de la farine de froment dans les proportions d'un dixième et d'un vingtième. Voulant m'assurer si cette réaction permettrait de reconnaître le maïs dans le pain qui en contiendrait, j'ai fait un pain en y faisant entrer le maïs dans la proportion de dix pour cent; ce pain présente l'aspect de celui préparé avec la farine de froment, il est très blanc, d'un bon goût; mis en contact avec la solution de potasse la coloration jaunâtre est manifeste; si, après l'avoir laissé s'imbiber de la solution, on prend la partie la plus translucide, qu'on place sur le porte-objet du microscope, les cellules apparaissent avec cette belle couleur jaune verdâtre claire qui leur est propre; par ce moyen j'ai toujours trouvé le maïs dans les mélanges qui en contenaient.

La farine de froment pur et le pain préparé avec une farine également pure n'ont jamais offert une pareille coloration jaune au microscope; mais il n'en est pas de même pour d'autres céréales; ainsi,

servé le caractère de coloration en jaune de la farine de maïs sous l'influence de la solution de potasse. Je suis heureux de cette coïncidence avec un homme dont le nom est avantageusement connu dans la science, elle ne peut que contribuer à faire ressortir la valeur du caractère dont il est question. M. Filhol n'a constaté ce fait que pour le maïs, mais il existe, quoique à un plus faible degré, dans l'orge, l'avoine, le seigle, comme je le dis. M. Filhol émet aussi la même opinion que moi relativement à la non-possibilité de distinguer par les caractères indiquant la présence de la légumine la sophistication de la farine de froment au moyen des légumineuses.

la farine d'orge, de seigle, d'avoine, traitée par la potasse comme nous venons de le dire pour le maïs, donne de même une coloration jaune, seulement elle a une nuance plus pâle ; dans ce cas la coloration seule ne suffit donc plus pour caractériser le maïs, car on pourrait le confondre avec ces trois substances ; il faut y joindre un autre caractère, c'est la forme des cellules dans le maïs ; nous avons dit qu'elles pouvaient affecter deux formes, l'une se rapproche plus ou moins de la forme quadrangulaire ou hexagone, l'autre offre la forme de cellules allongées (V. *fig.* 5, AA.) ; tandis que dans l'orge, l'avoine, le seigle, ce sont de vastes cellules allongées, cloisonnées (V. *fig.* 7). Quelques-uns des grains de maïs ont une forme anguleuse, comme le riz (V. *fig.* 5, B.)

L'orge et l'avoine, qui peuvent encore servir à sophistiquer les farines, peuvent se distinguer d'abord par leurs grains de fécule, dont le diamètre est d'environ 1/35, pour les plus gros, jusqu'à 2/100. (V. *fig.* 6.)

Si on les met en contact avec une solution de potasse à douze pour cent, et que l'on soumette à l'inspection microscopique, l'on aperçoit des cellules allongées et cloisonnées qui ont la coloration jaune que l'on trouve dans le maïs, mais bien moins prononcée, (V. *fig.* 7) comme nous venons de le dire à l'article *Maïs*. Le pain qui en contient dix pour cent a un aspect qui diffère peu de celui du pain ordinaire, et conserve plus longtemps l'apparence d'un pain frais, un goût qui est celui du pain ordinaire; il est un peu moins blanc, surtout celui qui contient de l'avoine ; mis en contact avec une solution de potasse, l'on y découvre facilement ces cellules cloisonnées.

Le seigle, qui pourrait être encore ajouté en petite quantité au pain, se distingue également par le diamètre de ses grains d'amidon, qui est le même que celui de l'orge et de l'avoine (V. *fig.* 6) ; de plus, mis en contact avec une solution de potasse à quatorze pour cent, l'on aperçoit ces cellules de l'orge et de l'avoine. Toutefois, quand on met seulement le seigle en contact avec l'eau, les cellules sont visibles mais moins foncées. Cette réaction se reproduit avec le pain de seigle ou celui qui en contient.

Sophistication du pain et de la farine de seigle avec la farine de graine de lin.

Cette fraude, qui pourrait paraître peu probable, a pourtant été signalée et pratiquée en Belgique. M. Martens a indiqué d'agir comparativement avec la farine ou le pain falsifié et la farine pure, de laisser en contact avec l'eau pendant quelque temps, et de traiter la liqueur que l'on obtient en décantant avec précaution; par une solution concentrée d'acétate de plomb basique il se produit bien un précipité abondant de gomme ou de mucilage, mais la farine pure donne aussi un précipité très abondant. En effet la farine de seigle contient beaucoup de gomme. M. Donny indique pour reconnaître cette fraude dans la farine ou le pain lui-même de mettre en contact avec une solution de potasse à dix pour cent, qui dissout l'amidon, et d'en placer sur le porte-objet du microscope ; l'on distingue alors un grand nombre de petits corps très caractéristiques, plus petits que les globules de fécule, d'un aspect vitreux et colorés en rouge, et formant des carrés ou rectangles réguliers ; ces fragments appartiennent, comme M. Bussy l'avait prévu, à l'enveloppe de la graine; ou plutôt, comme je m'en suis assuré en prenant, au moyen d'un instrument tranchant, la partie interne de l'épisperme nommée tegmen, et en soumettant une couche très mince à l'inspection microscopique l'on aperçoit sous forme de cellules ces fragments rougeâtres que l'on trouve dans la graine de lin mélangée au pain de seigle (V. *fig.* 8.), et l'aspect que présente ce fragment, composé de carrés qui sont plus ou moins rougeâtres, suivant que la graine qui sert à l'expérience est elle-même plus ou moins colorée, est tout à fait celui qu'offrent les pavés d'une rue. Le tourteau de graine de lin qu'on emploie pour cette sophistication contenant toujours une petite quantité d'huile, l'on pourrait encore tirer un caractère des globules de matière huileuse; mettant en contact avec l'eau et soumettant à l'inspection microscopique, l'on aperçoit ces

globules de matière huileuse. (V. *fig.* 9.) M. Mareska (1) a aussi indiqué un procédé qui consiste à mettre en contact avec l'éther une quantité donnée de la farine suspecte; de décanter et filtrer la liqueur que l'on évapore à siccité; de traiter ensuite le résidu de cette évaporation par une solution de nitrite mercureux qui contienne encore de l'acide nitreux en dissolution, et telle qu'on l'obtient en dissolvant à froid le mercure dans un excès d'acide nitrique. L'on voit sous l'influence de l'acide nitrosonitrique l'huile de seigle se prendre en une masse solide d'un beau rouge. On lave avec de l'eau pour enlever le nitrate mercureux, et l'on traite le résidu par une petite quantité d'alcool à trente-six bouillons, qui, décanté encore chaud et évaporé, laisse pour résidu l'huile de lin provenant de la farine de lin ajoutée.

De l'altération des farines des céréales par celles des plantes légumineuses : féveroles, vesces, pois, haricots, fèves, lentilles.

La févrole donne à la farine une teinte jaune qui trompe l'acheteur, d'autant plus qu'il se figure que la farine est riche en gluten et qu'il y a peu de fécule.

L'addition de ces farines de légumineuses à celle de blé peut se reconnaître, au premier abord, quand on les y fait entrer en quantité un peu considérable; en effet, le mélange acquiert une odeur spéciale et une saveur qui mettent facilement sur la voie de la falsification. Quelques-unes, comme la farine de haricots, s'opposent à une panification régulière et ne peuvent jamais, pour cette raison, entrer que pour une faible proportion dans ce mélange. La farine de pois donne au mélange une nuance verdâtre, qui se présente par place et qu'un œil un peu exercé peut facilement reconnaître.

L'on a indiqué plusieurs moyens de reconnaître cette fraude (2).

(1) *Journal de Pharmacie*, tom. XII, p. 102.

(2) *Essai sur la falsification des farines*, par MM. Robine et Parisot, p. 33 et 69.

Ainsi si l'on prend seize grammes de la farine suspecte, que l'on triture dans un mortier de biscuit avec seize grammes de grès en poudre, pendant dix minutes, ajoutant par petites portions 1/16e de litre d'eau, afin de former d'abord une pâte bien homogène, que l'on délaye ensuite dans la quantité d'eau ci-dessus; en filtrant on remarque assez souvent que la farine, mêlée de féverole, filtre moins vite et reste constamment louche; on prend alors 1/32e de litre de la liqueur filtrée, que l'on place dans un verre à expérience, et l'on ajoute ensuite 1/32e d'eau iodée préparée à l'instant même. Si l'on agit comparativement sur la farine pure, l'eau provenant du traitement de cette farine est colorée par l'addition de l'eau iodée en rose, tirant sur le rouge; tandis que la farine mélangée de féveroles donne un liquide qui prend une couleur de chair-rose, qui est plus ou moins prononcée, et disparaît d'autant plus vite qu'il y a plus ou moins de farine de féveroles dans la farine soumise à l'expérience.

Le liquide provenant du traitement de la farine de féveroles pure, par l'eau, prend une coloration ardoisée par son contact avec l'eau iodée. L'on peut encore mettre en pratique un procédé très simple; l'on opère en prenant huit grammes de la farine suspecte, que l'on délaye dans un verre à pied avec 1/32e de litre d'eau ordinaire, de manière à en former une pâte bien homogène, qui ne contienne plus de grumeaux, y versant alors 1/32e de litre d'eau iodée, l'on remarque qu'avec le liquide provenant du traitement de la farine pure, il y a une coloration rose, tirant sur le rouge, tandis que la farine mêlée de féveroles a une couleur de chair qui persiste moins longtemps que celle de farine pure, et disparaît d'autant plus vite qu'elle y mélangée en grande quantité. Les procédés indiqués par MM. Robine et Parisot ne peuvent servir pour se prononcer en pareille matière; car ils n'offrent pas toujours les mêmes résultats, et ces colorations diverses sont difficiles à saisir. J'ai remarqué que quand l'on met, soit une farine ou du pain contenant même dix pour cent de féveroles, en contact avec une solution de sulfate de fer concentrée on peut facilement reconnaître l'odeur qui est propre aux légumineuses.

Toutes ces farines renferment encore un principe particulier : la légumine, que M. Braconnot a appelé du *caseum végétal*; mais elle n'est qu'un mélange d'albumine de caséine et d'amendine ; soluble dans l'eau elle en est précipitée par l'acide acétique (vinaigre) ; la farine de froment et celle des autres céréales ont été considérées comme ne contenant pas de légumine et ne précipitant que faiblement quand on les traite par l'acide acétique (vinaigre) si elles sont pures. Aussi cette propriété a été mise à profit pour reconnaître les farines pures de celles sophistiquées par les farines des légumineuses ; mais l'on a objecté à ce procédé proposé par M. Martins (1), qu'il était possible que, par suite de réactions que l'on ne peut prévoir, le gluten ou les autres matières azotées propres aux céréales pussent devenir solubles dans l'eau, et alors précipitables en partie par l'acide acétique : Aussi dirai-je que j'ai remarqué qu'en ajoutant dans les liqueurs filtrées du vinaigre, l'on obtient toujours, avec les farines frelatées, un précipité abondant, si toutefois la farine de légumineuses y entre en grande quantité, tandis qu'avec la farine pure la liqueur ne fait que devenir d'abord louche ; mais au bout de quelques minutes les deux précipités diffèrent si peu par la quantité que l'on serait embarrassé de savoir lequel provient de la farine frelatée.

M. Donny se sert pour distinguer ces mélanges de l'organisation du tissu cellulaire propre aux plantes des légumineuses et dont la farine renferme toujours des fragments visibles à la loupe ou au microscope. Afin de rendre plus facile à apercevoir ce tissu réticulé qui se rapproche de la forme hexagone, très facile à reconnaître, l'on opère en délayant très légèrement avec une solution de potasse au dixième, une petite quantité de la farine suspecte, que l'on place sur le porte-objet ; la fécule est ainsi dissoute sans que le tissu lui-même soit détruit, et il devient alors facilement visible par son isolement, et il suffit que le mélange renferme trois à quatre pour cent de farine de légumineuses pour que ce procédé donne des résultats certains. Cependant il est une précaution qu'il est nécessaire de prendre, c'est de ne pas trop agiter le mélange de farine avec la

(1) *Journal de Pharmacie*, tome IX, p. 322.

dissolution de potasse sur le porte-objet; car on briserait les fragments du tissu cellulaire, et les recherches deviendraient beaucoup plus difficiles.

Je me suis assuré qu'avec un peu de patience, en mettant le pain qui en contient seulement en contact avec la dissolution de potasse, et quand il en est bien imbibé soumettant une portion de ce pain, celle qui paraît la plus translucide et dont il y a plus d'amidon de dissout, l'on peut encore retrouver ces cellules propres aux légumineuses. Le pain préparé avec de la farine de féveroles et qui en contient dans les proportions de dix pour cent est mat et a l'aspect d'un pain dont la pâte n'a pas été bien levée ; il a une couleur grisâtre, son goût est désagréable, et la simple apparence et le goût font déjà douter de la pureté d'un pareil pain.

A ces caractères propres aux légumineuses et que je viens de citer s'en joint un autre particulier, d'après M. Donny, pour les farines de féveroles et de vesces, et qui suffirait seul pour les faire reconnaître.

Cependant, en répétant ces expériences sur toutes les farines légumineuses, j'ai retrouvé ce caractère dans la farine de fèves.

C'est une belle couleur rose pourpre que prennent ces deux farines quand on les soumet simultanément à l'action de la vapeur de l'acide azotique et de l'ammoniaque, tandis que les autres farines prennent une teinte jaunâtre. Selon les résultats que j'ai obtenus, les farines de féveroles, vesces, fèves jouissent de ce même caractère d'être colorées en rose pourpre sous l'influence des vapeurs d'acide azotique et d'ammoniaque, ce que l'on peut encore vérifier en soumettant à l'inspection microscopique. Cette réaction est due à ce que ces farines contiennent une substance particulière, ordinairement incolore, mais prenant cette belle couleur rose pourpre sous l'influence de ces vapeurs successives.

L'on opère en prenant une petite capsule de six à huit centimètres de diamètre, et y plaçant un à deux grammes de la farine à essayer, que l'on fait adhérer contre les parois de la capsule qu'on humecte avec un peu d'eau ou de salive évitant de mettre de la farine dans le

fond de la capsule, où l'on verse une petite quantité d'acide azotique, de manière qu'il n'ait pas le contact immédiat de la farine. L'on peut recouvrir la capsule d'un petit disque en verre ou laisser à l'air libre, l'action se produit également; l'on chauffe légèrement au moyen d'une lampe à esprit-de-vin, sans porter à l'ébullition, alors l'acide se vaporise et vient agir sur la farine, qui prend une teinte jaune. Cependant cette teinte n'est pas uniforme, elle est plus foncée à la partie inférieure qui est plus près de l'acide et va en se dégradant à mesure qu'on se rapproche du bord supérieur, et il faut arrêter l'opération lorsque ce bord supérieur est encore blanc, et qu'il ne paraît pas avoir éprouvé une altération sensible de la part de l'acide azotique, dont on rejette la partie restante, et l'on met à la place de l'ammoniaque; abandonnant l'expérience à elle-même, l'on voit, sous l'influence des vapeurs ammoniacales, se développer une belle couleur rouge dans la zone moyenne de la capsule, c'est à dire là où l'action de la vapeur de l'acide azotique n'a été ni trop forte ni trop faible. La farine de froment placée dans les mêmes circonstances ne prend jamais qu'une teinte jaune.

Si l'on opère sur un mélange des deux farines on remarque une teinte rosée d'autant plus faible que la proportion de féveroles est moindre. Au reste le résultat qui présente souvent une nuance équivoque à l'œil nu est toujours d'une netteté remarquable sous la loupe ou le microscope; car cette teinte ne résulte pas d'une coloration uniforme de la masse, comme on pourrait le penser, mais bien de la présence d'un certain nombre de parties colorées, sous forme de grains d'un rouge foncé, disséminées dans une masse blanche ou légèrement jaune : circonstance qui rend leur recherche extrêmement facile, et met leur existence hors de doute. Aussi peut-on, par ce procédé, reconnaître quatre pour cent et même moins de ces farines mélangées à celle de blé. La féverole est de toutes les légumineuses celle qui semble le mieux s'associer avec la farine de blé ; elle donne de la tenacité à la pâte, et le pain qui en contient a toujours une couleur grise désagréable. Depuis longtemps quelques boulangers de Paris l'emploient pour un usage spécial : c'est pour faire tourner

le pain, c'est à dire pour le détacher facilement du panneton au moment où on l'enfourne, et pour donner à la croûte supérieure cette nuance jaune-rougeâtre qu'on lui recherche, nuance qui est due à la caramélisation d'une portion de farine. Cependant, d'après les renseignements que j'ai pris, le plus grand nombre des boulangers se servent de maïs pour remplir ce but, la féverole laissant toujours sur le pain de petits points visibles à l'œil.

La nuance rose pourpre que prennent les trois sortes de farines désignées plus haut, par suite des réactions de l'acide azotique et de l'ammoniaque, permet encore de les reconnaître dans le pain confectionné. Mais l'on ne réussit pas en agissant sur le pain ; il faut pour cela en préparer un extrait alcoolique afin d'isoler autant que possible le principe colorant propre à ces légumineuses, et que l'on obtient en prenant une portion de la mie de pain que l'on veut essayer : alors on la fait macérer dans l'eau froide pendant deux heures ; puis, jetant cette espèce de bouillie sur un tamis, on laisse déposer la liqueur, qui s'en sépare et qui se divise par le repos en deux couches ; par décantation on sépare la couche supérieure, qu'on évapore avec précaution , et le résidu de cette évaporation, traité par l'alcool, s'y dissout, mais seulement en partie. Cette dissolution alcoolique est elle-même évaporée.

Enfin le résidu de cette évaporation, qu'on a soin d'étendre contre les parois de la capsule, est soumis à l'action successive des vapeurs de l'acide azotique et de l'ammoniaque, et sous l'influence de ces réactifs la couleur rouge caractéristique de ces trois farines devient manifeste.

Les farines de lentilles et de pois ne peuvent être ajoutées au pain sans qu'elles le rendent d'une couleur verdâtre-grisâtre.

J'avais pensé que les farines de haricots et de fèves, qui sont, d'après des renseignements que j'ai recueillis, mélangées avec la farine de froment par les habitants de la Savoie, devaient donner un pain blanc ; j'en ai fait avec ces deux farines et dans les proportions de dix pour cent. Le pain préparé avec la farine de fèves est blanc et ne diffère en rien du pain ordinaire par l'aspect ; celui avec la farine

de haricots blancs est grisâtre violacé, mal levé, lourd et d'une difficile digestion. Les farines des légumineuses peuvent encore se distinguer de la farine de froment par leurs grains de fécule.

Ainsi les farines de féveroles et de vesces ont des grains d'amidon dont le diamètre est pour les plus gros de 1/40 de large sur 1/20 de long, pour les plus petits 1/100 sur 1/200 (V. *fig.* 11, A), et une forme tout autre que celle de la fécule de pommes de terre et de blé, car ils sont surtout ovoïdes et de forme variable.

Celles de fèves et de haricots ont des grains d'amidon ovales dont le diamètre est de 1/30 de large sur 1/10 de long, les plus petits 1/100 sur 1/150 (V. *fig.* 11, B), et qui présentent dans leur intérieure des déchirures très prononcées ayant la forme d'étoile qui sont ordinairement plus saillantes dans la partie longitudinale.

Les deux autres farines de lentilles et de pois ont des grains d'amidon d'un diamètre de 1/35 sur 1/15 de long (V. *fig.* 11, C.) où l'on remarque des déchirures comme dans les précédentes, mais moins prononcées et s'étendant surtout dans la longueur.

Falsification des farines et du pain avec celle de sarrasin.

Comme pour les farines de riz et maïs, M Donny reconnaît la farine de sarrasin par les masses anguleuses qui résultent de l'agglomération des grains d'amidon, et qui sont reconnaissables dans le mélange de la farine de sarrasin avec celle de blé. M. Donny indique de séparer le gluten et de prendre la portion la plus dense de l'amidon; leur forme est prismatique, et, d'après lui, comparable à ce qu'on appelle dans le commerce de l'amidon en aiguilles.

Le pain qui contient du sarrasin, par exemple dix pour cent, est moins blanc, présente à l'œil nu ces points grisâtres qui se trouvent dans la farine et proviennent de l'épisperme; il a un goût un peu aigre; mis en contact avec une solution de potasse à deux pour cent et soumis à l'inspection microscopique ces grains d'amidon du sarrasin, dont le diamètre est très petit, sont souvent réunis en masse qui se présente avec la forme anguleuse de la graine; se

distinguant tout d'abord de ceux de blé par leur petitesse, ils ont 1/200 a 1/160 de millimètre, les plus gros ont 1/100, les plus petits 1/250. (V. *fig.* 12.)

Tous ces amidons sont dessinés d'après nature vus au microscope; la farine mise en contact avec de l'eau, la fécule seule est représentée d'après le volume qu'elle prend sous l'influence de la potasse. Pour reconnaître le mélange de ces farines on peut très bien procéder ainsi ; mais si l'on opère sur du pain suspecte, il est préférable de le mettre en contact avec une solution de potasse à deux pour cent qui distend faiblement les grains d'amidon de blé, beaucoup ceux de fécule s'il s'en trouve, et ne fait éprouver que peu de changements à ceux des autres farines; le pain se gonfle mieux que dans l'eau pure, et, en soumettant à l'inspection microscopique, on peut reconnaître la fraude. Cependant, comme par la cuisson quelques-uns ont été déformés, l'on n'aura qu'à ajouter immédiatement sur la lame de verre placée sur le porte-objet un peu d'eau iodée, qui leur communiquera une belle couleur bleue, ce qui permettra d'en saisir facilement la forme et le contour si l'on examine ceux qui n'ont été que légèrement colorés.

Dans le cours de mon travail, j'ai apporté tout le soin possible à faire les diverses expériences que j'ai citées ou exposées, et je les ai répétées un nombre de fois proportionné à leur importance pour les diverses farines. Je ne me suis pas contenté de les acheter dans le commerce, j'ai pris pour chacune des semences entières et les ai réduites en poudre ; me procurant ainsi des points de comparaison sûrs et qui ne pouvaient laisser la moindre place au doute sur leur origine. J'ai été souvent entraîné ainsi à des longueurs ; mais j'ai cru ne pouvoir apporter trop de soin à des essais qui intéressent à un si haut degré la société entière, et en particulier la classe laborieuse qui consomme surtout le pain de seconde qualité, celui-là précisément qui, par son aspect moins blanc, se prête le mieux aux divers genres de sophistications. — Puissent mes lecteurs avoir la pensée que je n'ai pas complétement manqué mon but.

CONCLUSIONS.

Il résulte de ce travail : 1° Que la forme des cellules qui se trouvent dans l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, et la couleur qui leur est communiquée par la potasse peuvent facilement les faire distinguer.

2° Que les fragments carrés que l'on remarque dispersés dans le pain de seigle contenant du tourteau ou de la graine de lin, ne sont dus qu'au déchirement du tegmen de la graine qui a été divisé.

3° Que l'extraction du gluten est toujours un moyen qu'il est bon de ne pas négliger.

4° Que les différentes colorations que les farines donnent avec l'eau iodée ne peuvent servir pour se prononcer en pareille matière ; les diverses nuances produites dans ce cas étant trop difficiles à saisir et souvent inconstantes.

5° Que le procédé de M. Boland (extraction du gluten et action de l'eau iodée sur l'amidon déposé) pour reconnaître la fécule, peut donner des résultats plus ou moins approximatifs, mais d'après lesquels l'on ne peut porter une décision rigoureuse.

6° Que le moyen basé sur la précipitation de la légumine par l'acide acétique des farines de légumineuses ne peut qu'induire en erreur; il faudra s'en tenir aux caractères des cellules, à la forme des grains d'amidon et à la réaction produite sur quelques-unes d'elles par les vapeurs d'acide azotique d'ammoniaque. (Procédé de M. Donny.)

7° Que le diamètre des globules de diverses amidons, leur forme, les modifications qu'ils épprouvent sous l'influence de l'eau de potasse, propriétées que l'on rend plus sensible encore à l'aide de l'eau iodée, forment des caractères aussi évidents que facile à saisir.

8° Qu'il doit paraître clair qu'à l'aide du microscope ont peut toujours facilement reconnaître les falsifications que l'on fait subir à la farine de blé, et qui actuellement consiste surtout dans son mélange avec des farines d'un prix inférieure, et que l'on a soin d'y ajouter dans des proportions restreintes pour que les caractères physiques de la farine ne soient pas sensiblement changés.

